ÜBER

BIEGUNGSBRÜCHE

AN DEN

LANGEN RÖHRENKNOCHEN DER UNTEREN EXTREMITÄT

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

UNTER DEM PRÄSIDIUM

VON

DR. **PAUL VON BRUNS,**
O. Ö. PROFESSOR DER CHIRURGIE, DIREKTOR DER CHIRURGISCHEN KLINIK IN TÜBINGEN

DER

MEDICINISCHEN FAKULTÄT IN TÜBINGEN

VORGELEGT VON

PAUL MÜLLER,
APPROB. ARZT AUS HERRENBERG.

TÜBINGEN
DRUCK VON H. LAUPP JR
1906.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552717_0071

ÜBER

BIEGUNGSBRÜCHE

AN DEN

LANGEN RÖHRENKNOCHEN DER UNTEREN EXTREMITÄT

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

UNTER DEM PRÄSIDIUM

VON

DR. **PAUL VON BRUNS,**
O. Ö. PROFESSOR DER CHIRURGIE, DIREKTOR DER CHIRURGISCHEN KLINIK
IN TÜBINGEN

DER

MEDICINISCHEN FAKULTÄT IN TÜBINGEN

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL

VORGELEGT VON

PAUL MÜLLER,
APPROB. ARZT AUS HERRENBERG.

TÜBINGEN
DRUCK VON H. LAUPP JR
1906.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen.

Referent: Professor Dr. **v. Bruns.**

Sonderabzug aus **Beiträge zur klinischen Chirurgie.** L. Band. 1. Heft.

Die Diaphysenfrakturen der langen Röhrenknochen zerfallen, nach ihrem Entstehungsmechanismus eingeteilt, in Biegungs-, Torsions-, Zertrümmerungs- und Schussbrüche. Dazu hat neuerdings Zuppinger zwei weitere Arten gefügt: Stauchungs- und Abscherungsbrüche. Neben dieser Einteilung ist eine Unterscheidung nach Form und Verlauf der Bruchlinie üblich: Quer-, Schräg-, Spiral-, Splitter- und Längsbrüche.

Soll die erste Einteilung mit dieser identificiert werden, so ist betreffs der Biegungsbrüche an den Satz zu erinnern, den v. Bruns[1]) in seiner grundlegenden Arbeit über die Biegungsbrüche 1884 ausgesprochen hat, dass die typische Form der Biegungsbrüche „vielleicht der Mehrzahl der Diaphysenfrakturen gemeinsam ist, mögen letztere Quer-, Schräg- oder Splitterbrüche sein". Ein Biegungsbruch kann also Quer-, Schräg- oder Splitterbruch sein.

Die vorliegende Arbeit soll in ähnlicher Weise, wie es kürzlich durch M. v. Brunn[2]) betreffs der Spiralbrüche geschehen ist,

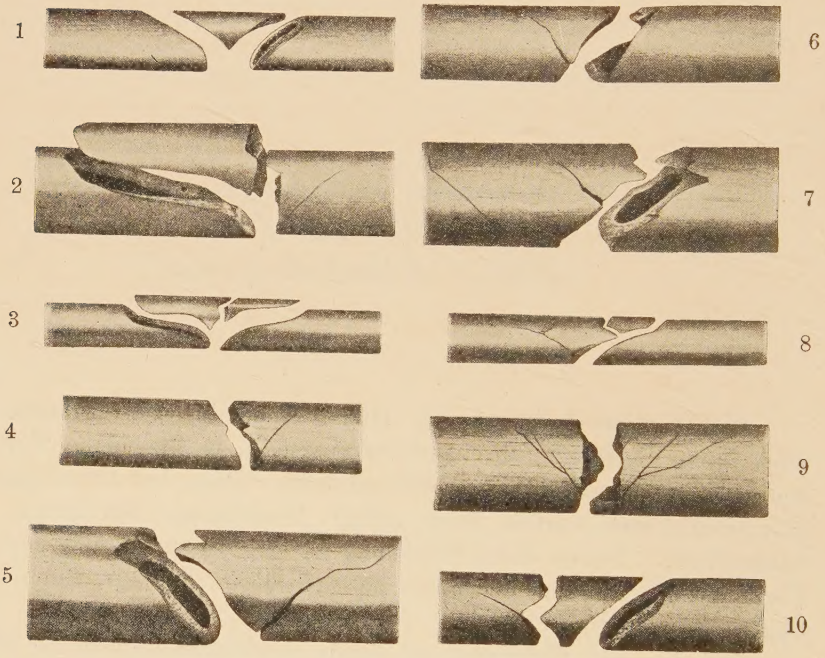
1) Bruns' Beiträge Bd. 1. S. 1. 1884.

2) Bruns' Beiträge Bd. 44. S. 655.

auf Grund der Röntgenbilder eine Zusammenstellung der in der v. Bruns'schen Klinik vom 1. April 1898 bis 30. September 1905 gesammelten Beobachtungen von Biegungsbrüchen der Röhrenknochen der unteren Extremität geben.

Dass die durch Biegung entstandenen Knochenbrüche bald Querbrüche, bald Schrägbrüche, bald Splitterbrüche sein können, ist durch die zahlreichen Experimente, die Messerer und v. Bruns

Experimentell erzeugte Biegungsbrüche.

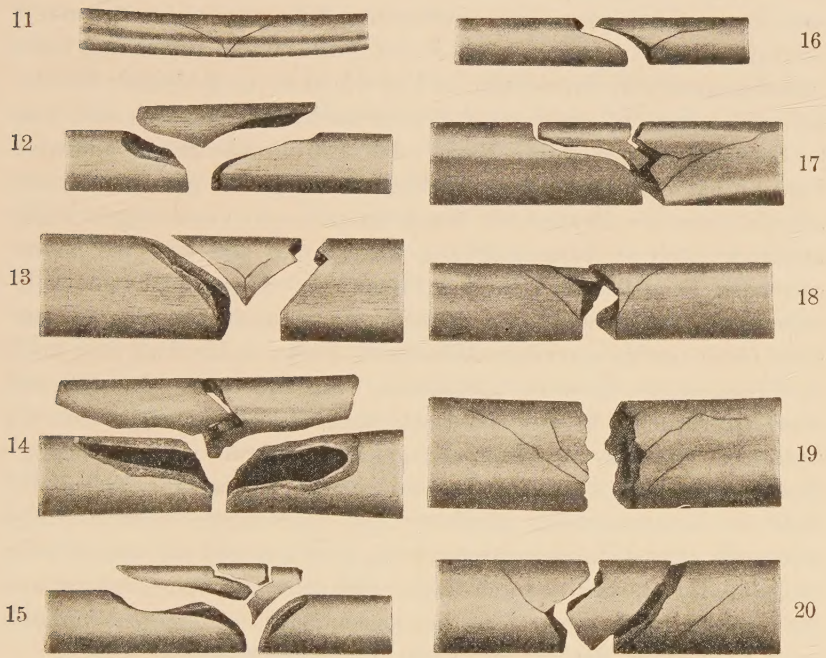


angestellt haben, und durch die Beobachtungen, die v. Bruns an Präparaten gemacht hat, genügend sichergestellt. Charakteristisch ist dabei, „dass die Trennung des Knochens nicht in einer einzigen queren oder schrägen Bruchlinie vor sich geht, sondern dass die Bruchlinie sich gabelig teilt und konstant in zwei bogenförmig divergierende Schenkel ausläuft. Durch diese beiden Schenkel der Bruchlinie wird also

ein keilförmiges Fragment umgrenzt, dessen Basis der Druckrichtung, d. h. der Konkavität im Momente der Ausbiegung entspricht“ (v. Bruns).

v. Bruns veranlasste im Jahre 1884 einen Mathematiker, Dr. Reiff (Diese Beiträge Bd. I), die physikalischen Gesetze, nach denen ein Röhrenknochen bei extremer Biegung brechen muss, mathematisch festzulegen. Dieser kam zu dem Resultat, dass sich

Am Lebenden entstandene Biegungsbrüche.



die beiden bogenförmig divergierenden Bruchlinien, die v. Bruns am Objekt beobachtet hatte, mathematisch begründen lassen. In der letzten Figur seiner Arbeit stellt er die Bruchlinien als zwei Sförmig geschwungene Linien dar.

Zu welch verschiedenen Formen es dabei kommen kann, hat v. Bruns schon 1884 an zahlreichen Abbildungen gezeigt, von denen die eine Hälfte „Am Lebenden entstandene Biegungsbrüche“, die andere „Experimentell erzeugte Biegungsbrüche“ darstellt. Ver-

gleicht man die beiden Tafeln, so findet man, dass die durch das Experiment erzeugten Bruchformen ganz den Formen der im Leben entstandenen Brüche entsprechen. Die Abbildungen sollen hier nochmals wiedergegeben werden. Figg. 1—10 zeigen die experimentell erzeugten, Figg. 11—20 die am Lebenden entstandenen Biegungsbrüche. Fig. 11 zeigt einen unvollständigen Biegungsbruch: zwei Fissuren, die im Sinne der oben genannten bogenförmig divergierenden Schenkel verlaufen. Figg. 12, 13, 14, 15 sind vollständige Biegungsbrüche mit Aussprengung eines Keils. In Fig. 12 ist dieser als solcher vollständig erhalten; in Fig. 13 zeigt der Keil eine kleine Fissur, die zunächst quer, dann wiederum in 2 divergierenden Schenkeln verläuft. In Fig. 14 ist der Keil in der Mitte einmal vollständig frakturiert in gezackter Bruchlinie; in Fig. 15 ist er in 3 kleinere Splitter getrennt. Fig. 16 giebt einen Schrägbruch, an dem noch eine dem 2. Schenkel entsprechende Fissur das keilförmige Stück andeutet. Fig. 17 hat eine gewisse Aehnlichkeit mit Fig. 14 mit dem Unterschiede, dass ein Bruchstück des Keils mit dem zugehörigen Fragmentende noch in Zusammenhang steht, weil die eine der divergierenden Bruchlinien nur eine Fissur ist. Fig. 18 ist eine vollständige Fraktur, in der das eine Fragment einen Stachel, das andere einen entsprechenden Ausschnitt zeigt; ausserdem sind noch 2 divergierende Fissuren vorhanden. Fig. 19 giebt das Beispiel eines Querbruchs, in dem die Entstehung durch Biegung durch die zwei- bis dreimal an beiden Fragmentenden vorhandenen Schrägfissuren bewiesen wird. In Fig. 20 ist wie bei Fig. 17 ein Teil des Keils in Zusammenhang geblieben mit dem entsprechenden Fragmentende. Der dadurch entstehende Splitter hat eine fast cylindrische Gestalt: Er erscheint durch zwei parallele Trennungsebenen aus der Kontinuität des Knochens herausgesprengt. Ausserdem verläuft noch eine Fissur parallel der einen Trennungsebene.

In Figg. 12, 14, 15, 17 ist der von Reiff mathematisch berechnete S-förmige Verlauf der Bruchlinien besonders deutlich zu erkennen.

Will man also jetzt in der Röntgenzeit von dem Aussehen einer Bruchform rückwärts auf den Entstehungsmechanismus, in unserem Fall auf Entstehung durch Biegung, schliessen, mit andern Worten: will man aus einer Anzahl Röntgenbilder von Knochenbrüchen die Biegungsfrakturen auswählen, so wird man zunächst alle die den Figg. 11—20 entsprechenden Querbrüche, Schrägbrüche und Splitterbrüche im Auge zu behalten haben. Die Splitterbrüche wird man nur dann als Biegungsbrüche anzusprechen haben, wenn

der Splitter ein keilförmiges Aussehen hat oder die Splitter als Teile eines solchen Keils erscheinen, also Bruchformen, wie sie in Figg. 1, 2, 3, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 17 und 20 zu finden sind. Ein Schrägbruch durch Biegung ist oft von einem Spiralbruch mit kurzer Bruchspalte schwer zu unterscheiden. Kann ein Spiralbruch sicher ausgeschlossen werden, liegt also ein Schrägbruch vor, so kommt keine andere Entstehungsweise als die durch Biegung in Betracht. Den typischen durch Biegung entstandenen Schrägbruch zeigt Fig. 16. Die von Zuppinger für Stauchungsbrüche angegebene Form, die man etwa als eine besondere Art von mehrfacher Schrägfraktur auffassen könnte, habe ich unter den durchgesehenen Bildern nicht gefunden.

Ein Querbruch endlich wird dann erst als Biegungsbruch zu gelten haben, wenn neben dem vollständigen Querbruch seitliche Schräglinien, wie sie in Fig. 19 zu sehen sind, nachgewiesen werden können, oder — falls diese nicht vorhanden sind — wenn entschieden ist, dass kein Abscherungsbruch vorliegt. Aber auch die nach Zuppinger für Abscherungsbrüche charakteristische Form habe ich nirgends finden können. Es ist mir deshalb auffallend, dass Zuppinger unter 59 Diaphysenfrakturen 19 Abscherungsbrüche und nur 13 Biegungsbrüche konstatiert. Ich kann es auch von vornherein nicht für wahrscheinlich halten, dass ein so komplicierter Mechanismus wie der der Abscherung häufiger zum Bruch eines Knochens führen soll, als der einfache Mechanismus der Biegung. Wenn ich die Entstehungsweise der Frakturen in den meiner Arbeit zu Grunde liegenden Fällen durchsehe, so zeigt sich, dass eine Abscherung überhaupt nur in ganz vereinzelten Fällen in Betracht kommt, und dass in diesen Fällen trotzdem im Bild ein zweifelloser Biegungsbruch zu sehen ist.

Ausser diesen 3 Arten von vollständigen Brüchen wird man noch die Infraktionen zu den Biegungsbrüchen zählen dürfen, sofern ihre Bruchlinien als Teile der charakteristischen Biegungsbruchlinien auftreten. Als typisches Beispiel diene Fig. 11.

Verfolgt man nun die zu den ausgewählten Bildern gehörigen Entstehungsgeschichten, so wird in den allermeisten Fällen das Zustandekommen des Bruchs durch Biegung bestätigt oder wenigstens wahrscheinlich gemacht.

Auf diese Weise habe ich aus der Sammlung der Tübinger Klinik, welche 422 Röntgenbilder von Frakturen der langen Röhrenknochen der unteren Extremitäten umfasst, 113 Bilder von Biegungs-

brüchen gefunden. Unter den 422 Röntgenbildern befinden sich aber zahlreiche Aufnahmen von veralteten, vollständig oder unvollständig verheilten Brüchen, welche die Form der ursprünglichen Bruchlinie häufig nicht sicher erkennen lassen; ferner — namentlich aus der ersten Zeit stammende — schlechte Bilder, auf denen die Bruchlinie kaum oder gar nicht zu sehen ist. Ausserdem ist die grosse Mehrzahl der Frakturen nur in einer Ebene aufgenommen, so dass dies oft den Grund abgiebt, dass die Entscheidung, ob Biegungsbruch oder nicht, schwer oder unmöglich ist. Endlich wurde von der Aufnahme der Malleolenbrüche hier ganz abgesehen, wenn auch, wie auch Helferich sagt, „in manchen Fällen die Körperlast nach Abriss des inneren Knöchels bei abduciertem Fuss zur Fraktur der Fibula durch Biegung führen mag". Die Bruchspalte steht eben doch in der Mehrzahl der Fälle wenigstens zum Teil im Bereich des aus Spongiosa bestehenden Knöchels selbst, und damit sind die physikalischen Voraussetzungen andere als bei den eigentlichen Diaphysenbrüchen. Deshalb ist die angegebene Zahl der Biegungsbrüche sicher um ein Erkleckliches zu niedrig im Verhältnis zu der Gesamtzahl der Frakturen. Ich glaube nicht zu hoch zu greifen, wenn ich annehme, dass, hätte sich über alle Bilder sicher entscheiden lassen, statt der aus dem angegebenen Verhältnis sich ergebenden 27% etwa 40—50% Biegungsbrüche sich herausgestellt hätten.

Die 422 Frakturen verteilen sich auf die einzelnen Teile der unteren Extremität wie folgt:

1. Oberschenkel		129
a) Schenkelhals . . .	25	
b) Diaphyse und unteres Ende	104	
2. Unterschenkel		293
a) beide Unterschenkelknochen	154	
b) Tibia allein . . .	55	
c) Fibula allein . . .	29	
d) Malleolen	55	

Daraus ergiebt sich ein Häufigkeitsverhältnis der Brüche des Oberschenkels zu denen des Unterschenkels von etwa 6 : 14. Dies stimmt annähernd mit dem von v. Bruns in seiner Frakturenlehre angegebenen (6 : 15—16).

Etwas anders als bei v. Bruns ist die Verteilung der Brüche auf die verschiedenen Unterabteilungen der Unterschenkelbrüche: auf 10,2 Brüche beider Knochen kommen 3,7 isolierte Tibia-, 1,19

isolierte Fibula- und 3,7 Malleolenfrakturen. Bei v. Bruns ist das Verhältnis 10,2 : 1,8 : 2,0 : 2,0.

Man sieht daraus — wie auch aus den Arbeiten von Reinhardt[1]), Mönckeberg[2]), v. Brunn[3]) zu entnehmen ist — dass isolierte Tibiabrüche keineswegs so selten sind, wie sie früher diagnosticiert wurden. Zu der angegebenen Zahl der isolierten Fibulafrakturen ist zu bemerken, dass ich isolierte Brüche der Fibula dicht über dem Malleolus nicht zu den Fibulabrüchen, sondern zu den Malleolenbrüchen gezählt habe, da ja doch die Entstehungsweise die einer Malleolenfraktur ist, von welcher jene sich gewöhnlich nur dadurch unterscheidet, dass durch Abreissung des Ligamentum deltoideum der Bruch des Malleolus internus unterblieben ist.

Die 113 Biegungsbrüche teilen sich in 34 Ober- und 79 Unterschenkelbrüche. Der eingehenden Besprechung derselben möchte ich einige Bemerkungen vorausschicken.

Bei der den aufgeführten Krankengeschichten beigegebenen Beschreibung des zugehörigen Röntgenbilds handelte es sich immer um Beschreibung einer dorso-ventralen Aufnahme. Ich war dabei bemüht, die Angaben so zu machen, dass der Leser auch da, wo das Röntgenbild nicht wiedergegeben ist, sich möglichst exakt vorstellen kann, wie das beschriebene Bild aussieht. Zu diesem Zweck habe ich auf dem Bild Entfernungen, Bruchspaltenlänge, Grösse der Dislokationen u. s. w. mit Band- und Winkelmass gemessen. Dabei war ich mir wohl bewusst, dass ich mit Aufzeichnung dieser Grössenverhältnisse nur eine Projektion der wirklichen Grössen gebe. Da ich meist nur eine Aufnahme zur Verfügung hatte, liessen sich alle Entfernungen und Dislokationen in der Projektionsrichtung, also fast bei allen Bildern in der Richtung von vorn nach hinten nicht feststellen. — Der Raumersparnis halber habe ich rechts, links, vorn, hinten, aussen, innen, oben, unten mit den Anfangsbuchstaben gekürzt. Die Angabe bei der Dislocatio ad axin „Winkel nach innen, aussen etc." benützte ich als kürzere Schreibweise dafür, dass die Spitze des Knickungswinkels nach innen, aussen etc. gerichtet ist. — Als Querbrüche sah ich die Brüche an, bei denen die Bruchspalte (d. h. die Ausdehnung des Bruchs in der Längsrichtung des Knochens) nicht länger als etwa 1 cm bei Femur und Tibia, als $^1/_2$ cm bei der Fibula ist.

1) Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 50.

2) Ueber Unterschenkelbrüche auf Grund von Röntgenaufnahmen. Dissert. Bonn 1900.

3) A. a. O.

Auszunehmen davon sind die in ihrer Gesamtrichtung querverlaufenden, aber mehr oder weniger stark gezackten Brüche. — Die Fig. 21 ist nach einer von dem Bild abgepausten Zeichnung angefertigt. Da das Bild nicht ganz scharf ist, eignete es sich nicht zu direkter Reproduktion.

I. Oberschenkelbrüche.

Auf 129 Bilder von Oberschenkelbrüchen aller Art kommen nach unserer Auswahl 34 Biegungsbrüche d. i. 26,4%.

Die überwiegende Mehrzahl der 32 Verunglückten ist männlichen Geschlechts: Auf 28 männliche kommen nur 4 weibliche. Dieses Missverhältnis (7 : 1) ist bedeutend grösser als das bei v. Bruns angegebene ($2^1/_2$: 1) und das bei den Spiralfrakturen der Tübinger Klinik sich ergebende $3^3/_4$: 1 (v. Brunn). Es wäre vielleicht dieses Verhältnis zu Gunsten des weiblichen Geschlechts etwas anders ausgefallen, wenn nicht absichtlich die häufigen Querfrakturen bei Kindern ausgeschaltet worden wären, wo nicht Bild und Anamnese ganz sicher für einen Biegungsbruch sprachen. Sind ja doch die Strukturverhältnisse und die physikalischen Eigenschaften bei den kindlichen Knochen — zumal bei Rachitischen, wo die Querbrüche des Oberschenkels besonders häufig sein sollen (Hoffa, Handbuch der praktischen Chirurgie) — ganz andere als bei den Knochen Erwachsener.

Unter den 32 Verletzten standen 7 im 1. Jahrzehnt, 8 im 2. Jahrzehnt, 3 im 3., 8 im 4., 1 im 5., 2 im 6. und 3 im 7. Jahrzehnt. Für diese ungleichmässige Verteilung wird sich ein Grund kaum finden lassen. Aus der geringen Zahl von 32 Brüchen kann man ja auch unmöglich eine statistische Regel ableiten.

Auffallend ist eine starke Bevorzugung der linken Körperseite. Es finden sich unter den Fällen nicht weniger als 24 linksseitige, nur 6 rechtsseitige Oberschenkelbrüche. Zweimal waren beide Oberschenkel gebrochen. Es besteht also ein Gesamtverhältnis zwischen links und rechts von 26 : 8. Es sind mehr als 3 mal so viel linksseitige wie rechtsseitige Brüche. Auch in der v. Brunn'schen Arbeit überwiegen die Spiralbrüche des Oberschenkels links bedeutend (12 l., 7 r.), während Chudovsky[1]) in seiner Statistik auf 86 rechtsseitige 89 linksseitige Oberschenkelbrüche aller Art zählt.

In der Aetiologie spielt die Hauptrolle der Sturz aus der Höhe: 9 Oberschenkel brachen auf diese Weise. Bei einem Fall ist

1) Bruns' Beiträge Bd. 22. S. 643.

das Besondere, dass der Verletzte von einer Tanne herab nicht auf die Füsse, sondern auf die Hinterbacken auffiel und dabei das l. Bein auf einen Tannenstumpf aufschlug, so dass der Bruch wahrscheinlich auf direkte Weise zu Stande kam. Auch bei 2 anderen von den 9 Fällen: Sturz von einer Leiter bezw. einer 10 m hohen Mauer herab angeblich auf die r. bezw. auf die l. Seite, ist es zweifelhaft, ob der Oberschenkel indirekt gebrochen ist. In allen übrigen Fällen aber scheint Sturz aus einer beträchtlichen Höhe (bis zu 12 m) auf die Füsse vorzuliegen. Dabei wurde also der Knochen durch Druck in der Längsrichtung über seine Elastizitätsgrenze gebogen und kam so zum Brechen. In welch typischer Weise dabei ein Biegungsbruch entstehen kann, zeigt der nachstehende Fall, der zugleich beweist, dass auch bei Knochen von Kindern gelegentlich ein durchaus charakteristischer Biegungsbruch vorkommt. Die Krankengeschichte ist folgende:

Sophie H., 6j. Fractura femoris sin. complicata. 6. VIII. 03. Heute in der Scheuer 1 Stock hoch heruntergefallen. L. Oberschenkel unterhalb der Mitte abgeknickt. An der Knickungsstelle aussen runde linsengrosse Wunde (Durchstechung). Verkürzung 3 cm. — Deckverband. Volkmann-Schiene. Heftpflasterzugverband. — 11. VIII. Ausgleichung der Verkürzung in Narkose. Gipsverband. Damit 12. VIII. entlassen.

Röntgenbild: In der Mitte typischer Biegungsbruch mit Aussprengung eines medialen 4 cm langen, stark lateralwärts verlagerten Keils. Dislocatio ad latus $1^1/_2$ cm, unteres Fragment medial; ad longitudinem 2 cm. Vielleicht geringe Dislocatio ad peripheriam; unteres Fragment auswärts gedreht.

Weitere 6 Patienten verunglückten durch Fall auf der Erde. Viermal war ein Pferd, einmal eine Kuh die umwerfende Kraft, ohne dass übrigens der Oberschenkel direkt von dem Tiere getroffen worden ist. Wie der sechste Patient zu Fall kam, ist nicht genauer angegeben. Soviel ist bekannt, dass der Betreffende beim Fallen das linke Bein unter das rechte gebracht hat. Man kann sich also vorstellen, dass während des Falls das rechte Bein samt der übrigen Körperlast auf den linken Oberschenkel gefallen ist und diesen abgedrückt hat.

7 mal wurde der Oberschenkel von einer Last, 1 mal von einem Tier an der Stelle getroffen, an welcher der Bruch erfolgte. Dies ist die Entstehungsweise von Biegungsbrüchen, wie sie im Experiment am ähnlichsten nachgeahmt werden kann, und wie sie v. Bruns in zahlreichen Versuchen zur Erzeugung direkter Biegungsbrüche

nachgeahmt hat: Stoss oder Schlag auf die Mitte des Knochens bei feststehenden Enden.

Durch Ueberfahren wird ein Biegungsbruch dann zu Stande kommen, wenn sowohl die Last nicht so gross ist, dass sie eine Zertrümmerung erzeugt, als auch der Knochen dort, wo das Rad über ihn wegfährt, nicht seiner Unterlage direkt aufliegt. Diese zweite Bedingung wird bei der Diaphyse des Femur immer erfüllt sein, da sie allseitig reichlich von Weichteilen umgeben ist. Besonders anschaulich wird die Durchbiegung des Knochens dann, wenn das betreffende Glied nur an beiden Enden unterstützt ist, wenn es „hohl liegt". Dies trifft in einem unserer Fälle in deutlicher Weise zu. Er sei deshalb ausführlicher beschrieben:

M. E., 69j. Bauer. Fractura femoris utriusque male bzw. non sanata. 11. VII. 03. Am 21. I. 03 ist das Hinterrad eines schwer beladenen Wagens über beide Oberschenkel gefahren, wobei die Beine zum Teil auf dem Trottoir, zum Teil auf der Strasse lagen. Behandlung hat bestanden in Gipsverband, später Extension. — Beide Oberschenkel scheinbar stark verdickt in der unteren Hälfte, beide verkürzt. Links ziemlich feste Vereinigung, rechts ausgesprochene abnorme Beweglichkeit. — Nach Anmessung eines Schienenhülsenapparats entlassen.

Das Röntgenbild lässt trotz der veralteten Fraktur die Bruchenden deutlich hervortreten. Rechts: 15 cm über dem Kniegelenk Querfraktur. Bruchlinie glatt. Dislocatio ad latus, unteres Fragment medial und hinten. Dislocatio ad longit. 7 cm. Callusbildung kaum angedeutet. — Links: 14 cm über dem Kniegelenk annähernd quere Fraktur mit glatten Bruchlinien. Disloc. ad latus $4^1/_2$ cm, unteres Fragment medial; ad long. $6^1/_2$ cm. Zwischen beiden Fragmenten reichlicher Callus.

Ganz entsprechend entsteht ein Biegungsbruch im Stehen, wenn das Glied gegen eine Wand gedrückt wird, so in dreien unserer Fälle. Jedesmal drückte ein Teil eines Fuhrwerks den Oberschenkel gegen eine Mauer oder einen Holzstoss.

Dann sind noch zwei besondere Entstehungsarten einzeln zu erwähnen. Im einen Fall ist ein Mädchen mit dem Oberschenkel gegen die Kante eines Bretts gefallen; der Knochen wurde über die Brettkante abgeknickt, wie man einen Stab über dem Knie abbricht. Endlich im letzten Fall ist ein Knabe während der Fahrt vom Wagen herabgeglitten und hat sein l. Bein zwischen die Radspeichen gebracht. Zwar scheint dieser Unfall besonders geeignet, einen Spiralbruch hervorzurufen; allein man kann sich leicht vor-

stellen, dass dabei ebenso leicht der einfache Mechanismus der Biegung wirksam sein kann.

Somit kam der Knochenbruch 17 mal direkt, 10 mal indirekt zu Stande. In den obigen Fällen wird es fraglich bleiben müssen, ob der Bruch an der Stelle der Gewalteinwirkung erfolgte oder entfernt davon.

Kompliciert (durch eine bis auf die Frakturstelle durchgehende Weichteilwunde) waren von den 34 Frakturen 8. Davon sind 3 indirekte, also wahrscheinlich Durchstechungsfrakturen. Dies ist eine überraschend grosse Anzahl von komplicierten Frakturen, viel grösser als im Allgemeinen angegeben wird. Chudovsky zählt in seiner Frakturenstatistik auf 129 subkutane nur 14 komplicierte Oberschenkelbrüche. Es ist merkwürdig, dass auch v. Brunn unter seinen 19 Spiralbrüchen nur 2 komplicierte hat, merkwürdig, weil doch die Torsion viel spitzere, also zur Durchstechung geeignetere Fragmentenden liefert. Andererseits handelt es sich freilich bei diesen Biegungsbrüchen in vielen Fällen um sehr schwere direkte Traumen, während die Torsionsbrüche fast alle indirekt entstehen.

17 mal wurde der Verletzte am Tage des Unfalls in die Klinik eingeliefert; 10 mal am 1. bis 3. Tage nach dem Unfall (darunter eine doppelseitige Fraktur). Wir haben somit 27 Bilder von frischen Frakturen. Die übrigen 7 Bilder stammen von Brüchen älteren Datums (1—6 Monate).

Von den 34 Röntgenbildern zeigt weitaus die Mehrzahl den Sitz des Bruchs im mittleren Drittel (28). Es bleiben nur 2 für das obere und 4 für das untere Drittel.

Die beiden Fälle vom oberen Drittel haben eine ganz ähnliche Entstehung: das eine Mal wurde der Betreffende von einem Pferd während des Beschlagens auf die Seite geworfen, das andere Mal schlug ein Pferd gegen das Schlüsselbein und warf so den Getroffenen um. Im Bild sieht man beidemal einen Schrägbruch. Die Bruchspalte ist 5 und 2 cm lang. Das untere Fragment ist in beiden Fällen nach innen oben dislociert und bildet mit dem oberen einen Winkel mit der Spitze nach aussen.

Von den 4 Frakturen im unteren Drittel ereigneten sich 3 durch direkte, eine durch indirekte Gewalteinwirkung. Dieser letzte Fall hat ein besonderes Interesse zu beanspruchen, deshalb sei das Wichtigste aus der Krankengeschichte angeführt:

W. K., 36 j. Knecht. Fractura femoris sin. 16. X. 03. Gestern von einem Pferde beim Herausführen aus dem Stall umgeworfen. — L. Oberschenkel zwischen mittlerem und unterem Drittel abgeknickt. Centrales Bruchstück nach aussen verschoben. Abnorme Beweglichkeit, Krepitation. Bruchschmerz. Verkürzung 2 cm. — Extension nach Heusner in Volkmann'scher Schiene. — 6. XI. Verkürzung 3/4 cm. 11. XI. Gehgipsverband. Damit 14. XI. in ambulante Behandlung entlassen.

Röntgenbild: Schrägbruch des Femur dicht oberhalb der Condylen von a. u. nach i. o. Bruchspalte 7 cm lang. Dislocatio ad latus 2 1/4 cm, unteres Fragment medial; ad longit. 1 cm.

Der Bruch entstand also durch Fall (wahrscheinlich aufs Knie) und stimmt somit ausser der Verlaufsrichtung der Bruchlinie mit dem von Marsh [1]) beschriebenen genau überein. Wie dort so sind auch hier die Fragmentenden ziemlich spitz, sie haben aber die von Marsh angegebene Durchspiessung des oberen Recessus nicht verursacht, vermutlich deshalb, weil die Bruchspalte nicht wie bei Marsh direkt von vorn nach hinten verläuft.

Die 28 Frakturen im mittleren Drittel haben scheinbar ihren Sitz häufiger etwas unterhalb der Mitte, als oberhalb. Helferich giebt an, dass Brüche etwas oberhalb der Mitte besonders häufig seien. Nur 5 Querbrüche fallen auf das mittlere Drittel, alle übrigen 23 sind Schrägbrüche oder typische Biegungsbrüche. Die Dislokation ist häufig die bekannte, für Oberschenkelbrüche, wenigstens in den oberen 2 Dritteln, charakteristische: unteres Fragment an der Innenseite des oberen emporgeschoben und mit diesem einen Winkel mit der Spitze nach aussen und vorn bildend.

Doch sind auch noch verschiedene andere Formen von Dislokation zu sehen. Bezüglich dieser, sowie der Länge und Form der Bruchspalte sollen noch einige Angaben unter Zusammenfassung aller Oberschenkelfrakturen folgen.

Die Bruchspalte verläuft bei den 23 Schrägbrüchen 11 mal von aussen oben nach innen unten, 10 mal von aussen unten nach innen oben. Nur 2 mal ist bei den Schrägbrüchen die 2. Biegungsbruchlinie durch eine Fissur angedeutet. In 2 Fällen ist ein keilförmiger Splitter ausgesprengt. Im einen Fall ist die Basis des Keils an der Aussenseite, im andern (Taf. XI—XII, Fig. 1) an der Innenseite des Knochens. — Einmal liegt ein unvollständiger Biegungsbruch vor: Eine quer von aussen nach innen verlaufende Infraktion, die sich etwa in der Mitte in 2 divergierende

1) The Practitioner. Jan. 95. (Ref. Centralbl. f. Chir.)

Fissuren spaltet (s. Fig. 21, S. 24).

Warum sind diese beiden charakteristischen Bruchlinien so selten zu sehen? Wahrscheinlich ist, dass die oft ausserordentlich zarten Fissuren wegen der reichlichen den Oberschenkelknochen rings umgebenden Weichteile im Röntgenbilde nur selten wiedergegeben werden können. v. Bruns betont ja, dass er bei den von ihm beobachteten Schrägbrüchen die zweite Fissur häufig erst nach Ablösung des Periosts zu Gesicht bekommen hat. Doch ist es möglich, dass in einigen Fällen thatsächlich eine zweite Bruchlinie gar nicht vorhanden war, dass der Biegungsbruch nur in einem einfachen Schrägbruch bestand. Auch v. Bruns fand bei seinen Beobachtungen nicht in allen Fällen einen typischen Biegungsbruch.

Die Länge der Bruchspalte beträgt im Bild gemessen durchschnittlich $3^1/_2$ cm. Die längste Spalte ist 9 cm lang. Vergleicht man dies mit der Länge der Bruchspalten bei den v. Brunn'schen Spiralbrüchen, wo die längste Bruchspalte 18 cm lang ist, so wird man den Schluss ziehen dürfen, dass eine auffallend lange Bruchspalte im Röntgenbilde für das Vorhandensein eines Torsionsbruchs, eine kurze eher für einen Biegungsbruch spricht.

Eine Dislocatio ad latus besteht 28 mal und zwar ist 20 mal das untere Fragment medialwärts, nur 8 mal lateralwärts dislociert.

Auch die Dislocatio ad longitudinem gebe ich nach Messungen im Bild, da häufig die Verkürzung am Lebenden nicht notiert ist und zudem die Verkürzung einer Extremität nach Knochenbrüchen häufig nicht aus der Dislocatio ad longitudinem allein, sondern aus der Dislocatio ad longit. + Dislocatio ad axin resultiert. 28 mal ist eine Dislocatio ad longit. zu konstatieren. Sie ist im Maximum 7 cm, im Durchschnitt $3^3/_4$ cm. Diese Durchschnittszahl ist auffallenderweise etwas höher als der entsprechende Durchschnitt bei den v. Brunn'schen Spiralfrakturen des Oberschenkels. Und doch erwartet man, wie auch v. Bruns bemerkt, dass eine Dislocatio ad longitudinem „um so leichter zu Stande kommt, je steiler die schräge Richtung der Bruchlinie ist".

Die Messung der Dislocatio ad axin im Bild giebt natürlich nur den Knickungswinkel in der Frontalebene, bei der Profilaufnahme nur den in der Sagittalebene. Die Spitze des Winkels zeigt 12 mal nach aussen, 5 mal nach innen, 1 mal nach hinten. Die winklige Knickung geht bis zu 140^0.

Durch Zusammentreten der Längsverschiebung und winkligen

Knickung entsteht das sog. „Reiten der Fragmente“. Ein Beweis für die Häufigkeit dieses Typus mag sein, dass er trotz der Aufnahme nur in einer Ebene unter unsern Bildern 9mal zu sehen ist.

II. Unterschenkelbrüche.

Unter 293 Unterschenkelbrüchen befinden sich nach unserer Auswahl 79 Biegungsbrüche, also 27,3 % — also dasselbe Verhältnis wie bei den Brüchen des Oberschenkels.

Von den 77 Verunglückten, von denen die 79 Bilder stammen (2 beiderseitige Frakturen), sind nur 5 weiblichen, 72 männlichen Geschlechts.

Die Verteilung auf die verschiedenen Altersstufen giebt ein ziemlich charakteristisches Bild von der Frequenz der Unterschenkelbrüche überhaupt in den verschiedenen Lebensaltern: es fallen auf das 1. Jahrzehnt 4, auf das 2. 17, auf das 3. 20, auf das 4. 13, auf das 5. und 6. je 7, auf das 7. 6, auf das 8. 1 Fall. 2mal ist das Alter unbekannt.

Diese Verteilung ist ganz ähnlich der von Chudovsky für alle Unterschenkelbrüche angegebenen, nur fällt bei ihm das Maximum ins 4. Jahrzehnt, und auch noch im 5. ist die Zahl höher als im 2. Jahrzehnt. Soviel erhellt aus den Zahlen von Chudovsky wie aus den unsrigen, dass die Unterschenkelbrüche am häufigsten sind bei Menschen, die auf der Höhe ihrer physischen Kraft stehen, dass sie selten sind bei Greisen und Kindern. Es ist also klar, dass häufig Berufsunfälle zu den Unterschenkelbrüchen geführt haben.

Im Gegensatz zu dem reichlichen Ueberschuss von linksseitigen Brüchen beim Oberschenkel betreffen von den 79 Bildern von Unterschenkelbrüchen 43 den rechten, 36 den linken Unterschenkel. Es haben von den 77 Patienten 2 beide Unterschenkel gebrochen.

Die Entstehung war am häufigsten die, dass der Unterschenkel von irgend einer Gewalt (Stein, Holzstamm, Pferdehuf u. s. w.) getroffen wurde; 19mal brach auf diese Weise einer oder beide Unterschenkelknochen. In 16 Fällen kam der Bruch durch Sprung oder Sturz aus der Höhe zu Stande. Eine noch grössere Rolle als beim Oberschenkel spielt ferner die Ueberfahrung: Nicht weniger als 15 Frakturen entstanden auf diese Weise. 8mal brach der Unterschenkel durch Fall auf ebenem oder abschüssigen Boden; einmal, wie ausdrücklich angegeben, bei fixiertem (zwischen 2 Steine eingeklemmtem) Fuss. Aehnlich wie dieser letztgenannte Fall sind

wohl die 2 Frakturen durch Verschüttung erfolgt. Zwischen zwei gegeneinander prallende Massen kam der Unterschenkel in 5 Fällen: einmal geriet das Bein zwischen zwei übereinanderstürzende Baumstämme; 3 weitere Fälle ereigneten sich beim Bergschlittenfahren, wobei der Unterschenkel des Lenkers einmal zwischen Schlitten und die Wand eines Hauses, zweimal zwischen Schlitten und einen Baum gequetscht wurde. Im 5. Fall geriet der Unterschenkel eines Ziegeleiarbeiters zwischen zwei Rollwagen.

In solchen Fällen, wo der Knochen von zwei Gewalten an entgegengesetzter Seite getroffen wird, entscheidet darüber, welche Art von Mechanismus den Knochen zum Bersten bringt, die Höhe, in der die von entgegengesetzter Seite wirkenden Gewalten auf das Glied eindringen. Treffen sie den Knochen in gleicher Höhe, so erfolgt ein Zertrümmerungsbruch, treffen sie ihn ganz dicht übereinander, so wird der Knochen „abgeschert", treffen sie ihn in ganz verschiedener Höhe, so wird meist ein Biegungsbruch die Folge sein. In 4 von den zuletzt genannten Fällen kann man also daran denken, die Fraktur sei durch Abscherung entstanden, aber die Bilder weisen in zweien typische Biegungsbrüche, beim dritten einen Schrägbruch der Fibula, beim vierten einen Querbruch der Tibia ohne die von Zuppinger für Abscherungsfrakturen vorgezeichneten Besonderheiten auf. Eine Abscherung nur eines Unterschenkelknochens dürfte zudem zu den selteneren Ereignissen gehören.

Bemerkenswert ist die Entstehung in folgendem Falle: der Mann stürzte zunächst mit den Füssen nach abwärts von einer Eisenbahnbrücke herunter und blieb während des Falls mit dem rechten Unterschenkel zwischen 2 Pfeilern hängen; der übrige Körper bewegte sich nun in der Richtung nach abwärts weiter und knickte so den Unterschenkel ab, ehe er sich aus seiner Einklemmung frei machte.

Aus diesen Entstehungsarten ergiebt sich das etwaige Verhältnis der direkten zu den indirekten Brüchen: es sind ziemlich sicher 35 direkte, 26 indirekte Brüche. Also stehen die indirekten Brüche wie bei unseren Oberschenkelbrüchen in der Minderzahl.

Nach den allgemeinen Erfahrungen sind die Unterschenkelbrüche sehr häufig kompliciert. Chudovsky zählt in seiner Statistik 204 subkutane und 80 komplicierte (ausschliesslich der Conquassationen): das sind etwa 39 %. Von unseren 79 Brüchen sind 27 kompliciert, also etwa 34 %. Davon entstand die Wunde

bei 10 direkten Frakturen durch das Trauma selbst, bei 11 indirekten durch Durchstechung.

Die grosse Mehrzahl der Patienten (62) kam in den ersten 14 Tagen nach der Verletzung in klinische Behandlung. Die übrigen gingen der Klinik erst mehrere Wochen oder Monate nach der Entstehung der Fraktur zu, teils wegen verzögerter Konsolidation, teils wegen Heilung in mehr oder weniger dislocierter Stellung der Bruchenden. Je einmal musste die primäre und intermediäre, 4 mal die sekundäre Amputation gemacht werden.

Zwei Patienten sind in der Klinik gestorben. Bei einem schloss sich an einen Anfall von Delirium tremens Coma und Exitus am 4. Tage nach dem Unfall an. Das andere Mal scheint der Shock die Ursache des am Tag nach dem Unglücksfall (Verschüttung) erfolgten Todes gewesen zu sein.

Bei den übrigen 75 Fällen betrug die Dauer des Aufenthaltes in der Klinik im Durchschnitt etwas mehr als 4 Wochen; das Maximum war 12 Wochen (bei einer komplicierten Fraktur durch Auffallen einer schweren Last).

Die 79 Röntgenbilder der Unterschenkelbrüche sollen zunächst in 4 Gruppen besprochen werden:

1) Frakturen der Tibia und Fibula.

Diese 1. Gruppe ist natürlich die grösste mit 56 Bildern. Sieht man von den 5 mehrfachen, also über mehr als ein Drittel des Unterschenkels sich erstreckenden Frakturen ab, so fallen 5 Brüche ins obere Drittel, 30 ins mittlere und 16 ins untere Drittel. Die Grenze zwischen letzteren und den Supramalleolarfrakturen ist keine ganz scharfe, wie auch Reinhardt betont; doch zeigen unsere Supramalleolarbrüche in Sitz und Verlauf der Bruchlinie eine so weitgehende Uebereinstimmung, dass wir sie als besondere Gruppe aufführen wollen.

In den 51 Bildern, in denen Tibia und Fibula je 1 mal gebrochen ist, sieht man 29 mal einen Schrägbruch der Tibia. Die Bruchlinie verläuft am häufigsten (24 mal) von aussen oben nach innen unten, nur 3 mal von aussen unten nach innen oben, 2 mal von vorn nach hinten. In 3 Fällen, deren Röntgenbilder auf Taf. XI—XII, Fig. 1, 2 und 3 wiedergegeben sind, sieht man ausser dem vollständigen Schrägbruch noch eine oder mehrere typische, mit der Schrägbruchspalte divergierende Fissuren. In allen übrigen Fällen ist die Fissur im Bild nicht zu erkennen. Dass sie trotzdem

durch Biegung entstanden sind, wird deshalb Niemand bezweifeln. Warum dann in diesen Fällen nur eine Bruchlinie zu Stande kam, liegt vielleicht weniger in einer Besonderheit des Entstehungsmechanismus als in einer besonderen physikalischen Eigenschaft des Knochens selbst. Die genannten 3 Fälle, deren Röntgenbilder auf Taf. XI—XII, Fig. 1, 2, 3 wiedergegeben sind, sind folgende:

1. F. L., 28j. Bauer. Fractura cruris dextr. 27. XII. 98. Das r. Bein wurde zwischen 2 übereinanderstürzende Baumstämme gequetscht. — Etwas über der Mitte abnorme Beweglichkeit und Krepitation beider Knochen. — Extensionsverband, dann Gipsverband. 15. I. Gehübungen mit Bruns'scher Gehschiene. 16. I. mit Verband entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 1): Tibia zeigt einen 20 cm unterhalb des Kniegelenks an der Innenseite beginnenden typischen Biegungsbruch mit 2 nach aussen oben und unten divergierenden Bruchlinien, die untere nur als Fissur. Keil $7^1/_2$ cm lang. Disloc. ad latus 1 cm, unteres Fragment lateral; d. ad longit. 1 cm. — Fibula: in gleicher Höhe Schrägbruch von a. u. nach i. o. mit geringer Disloc. ad lat. et ad longit. Unteres Fragment medial. Bruchspalte 2 cm lang.

2. J. K., 49j. Taglöhner. Fractura cruris dextri. 29. X. 03. Am 15. X. mit dem r. Unterschenkel unter das Rad eines mit etwa 10 Centner Kraut beladenen Wagens gekommen. Seither 5 Tage Schienen-, dann Gipsverband. — Tibia in der Mitte geknickt, frei beweglich, Krepitation. Fibula etwas höher gebrochen. $4^1/_2$ cm Verkürzung. — Extensionsverband. — 11. XI. Fraktur mässig fest konsolidiert mit $2^1/_2$ cm Verkürzung. Gipsverband. 12. XI. entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 2): In der Mitte der Tibia typischer Biegungsbruch mit medialem 6 cm langem im unteren Teil nochmals frakturiertem Keil. Dieser scheint noch in lockerem Zusammenhang mit dem unteren Fragment. Oberes Fragment um Knochendicke medialwärts verschoben. Ausserdem Disloc. ad longit. 3 cm. — Fibula ist in gleicher Höhe doppelt frakturiert. Bruchlinien schräg von a. u. nach i. o. Mittleres Fragment 2 cm lang. Oberes Fragment $2^1/_2$ cm ad longit. dislociert.

3. F. H., 26j. Händler. Fractura cruris dextr. complic. 1. VII. 05. Gestern von einem Heuwagen 2 m hoch auf die Strasse heruntergefallen. — In der Mitte des r. Unterschenkels über der Tibiakante 4 cm lange, längs verlaufende blutende Wunde, die bis auf die Tibia reicht. 4 cm einwärts davon kleinere weniger tiefe Wunde. Krepitation. Abnorme Beweglichkeit. 3 cm Verkürzung. — Wundverband. Heftpflasterzugverband. — 18. VII. Wunde granuliert gut. Verkürzung 1 cm. 29. VII. Mit Gipsverband entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 3): In der Mitte der Tibia Schrägbruch von a. o. nach i. u. An beiden Fragmenten zweigt von der

Bruchlinie aus je eine sehr schräg nach aussen verlaufende Fissur ab. Ausserdem am unteren Fragment eine weniger steile Fissur, die mit der Bruchlinie einen 3 cm langen Keil einschliesst. Disloc. ad latus um Knochendicke, unteres Fragment lateral, ad longit. 1½ cm, ad axin 175°, Winkel nach innen. — 6 cm hoher zackiger Querbruch der Fibula. Disloc. ad latus um Knochendicke, unteres Fragment medial; ad long. 1½ cm.

Die Fibula ist in den 51 Bildern 31 mal schräg gebrochen, und zwar 16 mal von aussen oben nach innen unten, 12 mal von aussen unten nach innen oben, 3 mal von vorn nach hinten.

Recht zahlreich sind die Fälle, in denen ein vollständiger keilförmiger Splitter ausgesprengt ist: an der Tibia ist dies 12 mal, an der Fibula 8 mal zu beobachten. Und zwar liegt die Basis des Keils bei der Tibia 7 mal aussen, 3 mal vorn oder hinten und 2 mal innen. Bei der Fibula sitzt die Keilbasis 4 mal aussen und 4 mal innen. Als Beispiele dienen die folgenden 3 Fälle, deren Röntgenbilder auf Taf. XI—XII, Fig. 4, 5, 6 wiedergegeben sind.

1. J. N., 28 j. Steinbrecher. Fractura cruris dextri complic. 12. VI. 02. N. ist heute einen 2 m hohen Abhang heruntergestürzt. Unten hat sich der Fuss zwischen grosse Steine eingeklemmt. N. ist auf die rechte Seite gefallen. R. Unterschenkel zwischen mittlerem und unterem Drittel abgeknickt. Daselbst an der Tibiakante mässig blutende erbsengrosse Wunde. Abnorme Beweglichkeit und hörbares Krepitieren. Fuss auswärts rotiert. Verkürzerung 1 cm. — Wundverband. Extension. — 18. VI. Wunde reaktionslos. Gipsverband. 30. VI. Fraktur in guter Stellung konsolidiert. ½ cm Verkürzung. Gehschiene. 9. VII. in ambulante Behandlung entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 4): Im unteren Teil des mittleren Drittels der Tibia Biegungsbruch mit Aussprengung eines lateralen Keils. Bruchspalte 10 cm, Keil 8½ cm lang. Ausserdem kleinere Splitter. — Fibula über der Mitte 2 mal schräg von i. o. nach a. u. gebrochen. Mittleres Fragment 2½ cm lang, in 3 Splitter zersprengt. An beiden Knochen Disloc. ad axin 160° mit Winkel nach innen.

2. M. L., Schuhmachersfrau. Fractura cruris dextr. compl. 22. III. 03. Gestern auf dem Tisch stehend nach rückwärts abgestürzt. Handbreit unter dem Knie an der Innenseite 4 cm lange, glattrandige Durchstechungswunde. Unteres Fragment der Tibia nach vorn und oben verschoben. Starke abnorme Beweglichkeit auch der Fibula. Wundverband. Reposition in Narkose. Gipsverband mit Fenster. — 7. IV. mit Gipsverband in guter Stellung entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 5): Tibia: 12 cm unter der

Kniegelenklinie eine quere einige mm lange Bruchlinie, von da aus Teilung in 2 schräg nach oben und unten verlaufende Linien. Keil ca. 7 cm lang. Keine Disloc. Fibula: 11 cm unter dem Kniegelenk typischen Biegungsbruch mit Aussprengung eines kleinen 2 cm langen Keils. Keine Dislokation.

3. J. V., 34 j. Weingärtner. Fractura cruris sin. compl. 16. V. 04. V. hebelte 7. V. einen Wagen aus einem Graben. Die Pferde zogen plötzlich an, der Hebel schlug gegen seinen l. Unterschenkel. — Am l. Unterschenkel 3 kirschgrosse Wunden, eine bis auf den Knochen. Zwischen oberem und mittlerem Drittel abnorme Beweglichkeit, Krepitation. Verkürzung 4 cm. — Wundverband. Volkmann'sche Schiene. 10. VII. Fraktur konsolidiert. Verkürzung $4^1/_2$ cm. 22. VII. entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 6): Tibia: An der Grenze des oberen Drittels typischer Biegungsbruch mit Aussprengung eines lateralen Keils. Disloc. ad latus 2 cm, unteres Fragment lateral. Disl. ad longit. $2^1/_2$ cm. Keil 9 cm lang. Ausserdem kleinere Splitterchen. Disl. ad axin. 170°, Winkel nach innen. — Fibula: In gleicher Höhe Biegungsbruch. Bruchlinien parallel denen der Tibia. Keil 3 cm lang. Obere Bruchlinie als Fissur. Disloc. ad latus $^1/_2$ cm, unteres Fragment medial; ad longit. $1^1/_2$ cm; ad axin gering, Winkel nach aussen.

Hoffa u. A. zählen diese Art von Biegungsbrüchen zu den mehrfachen Brüchen. Ich möchte sie doch als einfache (einmalige) auffassen, da ja ein und derselbe Mechanismus typischer Weise zu den beiden Bruchlinien führt, während bei den mehrfachen Brüchen im eigentlichen Sinne verschiedene Stellen der Gewalteinwirkung, manchmal sogar verschiedene Arten des Entstehungsmechanismus angenommen werden müssen.

Als eine Art Uebergang von den ein- zu den mehrfachen Brüchen könnten 3 Fälle angesehen werden, in denen aus der Fibula ein kurzes cylindrisches, in 2 Fällen nochmals frakturiertes Stück ausgesprengt erscheint (vgl. Taf. XI—XII, Fig. 2 und 4). Daneben besteht, wie die Abbildungen zeigen, 2 mal typischer Biegungsbruch, einmal Schrägbruch der Tibia.

Mehrfache Frakturen im oben angedeuteten Sinn finden sich unter unseren Fällen 5 mal. In 3 Bildern sind beide Knochen, in zweien nur die Tibia mehrfach gebrochen.

Eine Infraktion der Fibula im Sinne eines unvollständigen typischen Biegungsbruchs mit Umschreibung eines Keiles ist einmal beobachtet und in Taf. XI—XII, Fig. 8 wiedergegeben.

Um zu zeigen, in welchem Verhältnis nach Sitz und Verlauf bei den 48 einmaligen Brüchen die Fraktur der Tibia zu der der

Fibula steht, benütze ich die Einteilungsweise Reinhardt's:

I. Tibia und Fibula sind als Ganzes aufzufassen, der Bruch der Fibula bildet die Fortsetzung des Tibiabruchs. Hierher gehören 7 Fälle.

II. Jeder Knochen bricht für sich. Die Gewalt wirkt auf beide Knochen nach einander ein und zwar

a) in gleicher Richtung: Die Bruchlinien verlaufen in gleicher Höhe parallel. Dies trifft in 19 unserer Fälle zu. Beispiel: Taf. XI—XII, Fig. 6. Es fällt hier auf, wie genau oft die Bruchlinie der Fibula den Verlauf der Tibiabruchlinie nachahmt, manchmal findet man die einzelnen Zacken an der Tibia in entsprechender Verkleinerung an der Fibula wieder.

b) Die Gewalt wirkt nicht in gleicher Richtung: Die Bruchlinien sind in gleicher Höhe aber nicht parallel. Von dieser Art finden sich bei uns nur 5 Bilder. Beispiel: Taf. XI—XII, Fig. 1.

c) Die Bruchlinien sind in verschiedener Höhe, aber nicht in Fortsetzung von einander. Dabei können die Bruchlinien wieder parallel sein, so in 10 Fällen, oder sie können ganz verschiedene Richtung haben, wie in 7 unserer Fälle (z. B. Taf. XI—XII, Fig. 4).

Dieser letzten Gruppe gehören wohl hauptsächlich diejenigen Fälle an, in denen zunächst durch das eigentliche Trauma die Tibia allein gebrochen ist, die Fibula dagegen erst sekundär (durch Aufrichtungsversuche u. s. w.) eine Fraktur erlitt.

Soweit die zwei Knochen in verschiedener Höhe gebrochen sind — also in den zu Gruppe I und IIc gehörigen 24 Fällen — ist die Fibula 17 mal höher, 7 mal tiefer frakturiert als die Tibia.

2) Isolierte Frakturen der Tibia.

Isolierte Frakturen der Tibia finden wir in 11 Bildern. Je 2 liegen im oberen und unteren Drittel, die übrigen im mittleren Drittel der Tibia.

Einmal ist eine Infraktion der Tibia vorhanden. Sie verläuft von innen her annähernd quer und teilt sich etwa in der Mitte in zwei ganz kurze divergierende Aestchen.

Zwei Fälle sind Querfrakturen. Einmal ist eine von der queren Bruchspalte nach oben ziehende Bruchlinie zu sehen.

Von 4 Schrägbrüchen verlaufen 2 von aussen oben nach innen unten und 2 von aussen unten nach innen oben. Bei allen ist die zweite Bruchlinie als Fissur deutlich zu erkennen. So z. B. im

folgenden Fall, dessen Röntgenbild in Taf. XI—XII, Fig. 9 wiedergegeben ist.

4. Arthur M., 2½j. Fractura tibiae dextr. 36. IV. 03. Vor 3 Tagen ging das Rad eines schwer beladenen Mistwagens über den r. Unterschenkel. — Am r. Unterschenkel im oberen Drittel Schürfung in ganzer Cirkumferenz. An der Grenze von oberem und mittlerem Drittel abnorme Beweglichkeit und Krepitation. — Volkmann-Schiene. Hochlagerung. Nach Abstossung von reichlichem nekrotischem Haut- und Muskelgewebe liegen 8. V. die Enden beider Fragmente an der Innenseite bloss. 3. VII. Wunde von gutem Aussehen. Entfernung von kleinen Knochenstückchen. 7. VII. entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 9): Unter der Mitte Schrägbruch der Tibia von i. u. nach a. o. Am unteren Fragment eine Fissur, die mit der Bruchlinie einen etwa 4 cm langen Keil einschliesst. Disloc. ad latus ½ cm, unteres Fragment lateral. — Fibula intakt.

Biegungsbrüche mit vollständiger Aussprengung eines Keils sind 3 Fälle.

3) Isolierte Frakturen der Fibula.

Da, wie oben gesagt, die Malleolenfrakturen hier ausgeschlossen werden, sind nur 5 isolierte Fibulafrakturen zu besprechen.

Von diesen sind 2 durch Fall und Sturz aus der Höhe, also sicher auf indirektem Wege entstanden. Dies widerspricht scheinbar der in den Lehrbüchern vertretenen Ansicht, dass die isolierten Fibulafrakturen so gut wie immer direkt entstehen. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese beiden Brüche nach Art eines Malleolen-Abduktionsbruches entstanden sind. Diese Annahme wird einigermassen gesichert dadurch, dass im ersten Fall eine Abreissung der Spitze des Malleolus internus stattgefunden hat. Auffallend ist dann nur der hohe Sitz des Fibulabruchs, und deshalb können sie hier mitgezählt werden. Die beiden genannten Fälle, deren Röntgenbilder in Taf. XI—XII, Fig. 10 und 11 wiedergegeben sind, sind folgende:

1. A. R., 26j. Schreiner. Fractura fibulae et malleoli int. dextr. 20. I. 00. Am 16. I. bei Glatteis zu Boden gefallen. Druckschmerz in der Mitte des r. Unterschenkels und am Mall. int. In der Mitte der Fibula Krepitation, am Mall. int. abnorme Beweglichkeit. Keine Dislokation. Bruns'sche Lagerungsschiene. 31. I. Gipsverband. 10. II. entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 10): In der Mitte der Fibula typischer Biegungsbruch. Bruchlinien verlaufen von innen nach aussen o. und u. Untere als Fissur. Keil 3 cm lang. Ganz geringe Dislocatio ad latus. Unteres Fragment lateral. — Ausserdem Spitze des Mall. med. abgerissen.

2. Th. G., 25 j. Student. Fractura fibulae sin. 20. XI. 02. Heute Nacht beim Herabsteigen an einem Blitzableiter 4—5 m hoch, Füsse voran, auf Steinboden herabgestürzt. — Etwas oberhalb der Malleolen leichte Knickung; abnorme Beweglichkeit und Krepitation an der Fibula. — Lagerungsschiene. — 29. XI. Gipsverband. 1. XII. Gehschiene. 19. XII. Mit Gipsverband entlassen.

Röntgenbild (s. Taf. XI—XII, Fig. 11): Handbreit über dem Fussgelenk Schrägbruch der Fibula von a. o. nach i. u. Bruchstelle 2 cm lang. Von der Mitte derselben geht nach i. o. eine Fissur, so dass ein medialer Keil umschrieben ist. Ganz geringe Disl. ad axin, Winkel nach aussen.

Alle 5 Fälle sind Schrägbrüche von aussen oben nach innen unten. In einem der 2 Bilder zweigt ausserdem am unteren Fragment von der Bruchspalte eine nach aussen unten verlaufende Schrägfissur ab. Der Bruch ist also durch Biegung nach der Tibia zu entstanden. Umgekehrt ist es im 2. Fall, wo die Fissur am oberen Fragment sitzt und nach oben innen verläuft. Die Fibula hatte also im Moment der Biegung die Konvexität nach aussen gerichtet.

4) Supramalleoläre Frakturen.

Als Supramalleolarbrüche wollen wir hier — ähnlich der Auffassung von Mönckeberg —, diejenigen Brüche beider Unterschenkelknochen zusammenfassen, die an der Tibia etwa 2 cm über dem Fussgelenk beginnen, um von da aus ganz oder teilweise quer oder schräg nach oben zu verlaufen, und welche die Fibula etwa handbreit über der Spitze quer oder schräg durchsetzen. Als Biegungsbrüche kommen eigentlich nur die Fibulabrüche in Betracht, da die Fraktur der Tibia schon im Bereich der Spongiosa sitzt.

Von dieser Art liegen 7 Bilder vor. Als regelrechte Biegungsbrüche mit Aussprengung eines Keils sind zwei Fälle anzusehen. Die Keilbasis ist einmal lateralwärts, einmal medialwärts gerichtet. Daraus wie auch aus der im Bilde sichtbaren Dislokation darf geschlossen werden, dass der erstere Bruch durch starke Abduktion, der letztere durch Adduktion des Fusses samt dem distalen Unterschenkelfragment entstanden ist. Die Fibula ist in allen 5 Fällen eine Handbreite über der Malleolenspitze in verschiedener Richtung schräg gebrochen. Einmal ist an der Innenseite ein Keil ausgesprengt.

4 Supramalleolarbrüche entstanden direkt; alle dadurch, dass der Unterschenkel von einer Last getroffen wurde. Die 3 übrigen indirekten Brüche ereigneten sich bei Sturz aus der Höhe. —

Wenn ich nun auf die Länge und Form der Bruchspalte, sowie der Dislokationen noch etwas näher eingehe, so können alle Unterschenkelbrüche zusammen genommen werden, weil sich durchgreifende Unterschiede zwischen den einzelnen Unterabteilungen in dieser Beziehung nicht feststellen lassen.

Bei der Tibia ist die Länge der Bruchspalte trotz ihrer etwas geringeren Dicke durchschnittlich etwas grösser als beim Femur, nämlich 3,6 cm (Femur 3,5 cm). Bei den Schrägbrüchen allein ist der Durchschnitt etwas niedriger, nämlich 3,0 cm. Dies entspricht einem Neigungswinkel der Bruchlinie gegen die Knochenachse von etwa 35 bis 40° (v. Bruns giebt als mittlere Norm hiefür 45° an). Bei der Fibula ist die Bruchspalte entsprechend ihrer geringen Dicke durchschnittlich nur 1,9 cm lang. Dem entspricht bei den Schrägbrüchen ein Neigungswinkel von 35 bis 41°.

Die Form der Bruchspalte ist von besonderem Interesse. Bei den Schrägbrüchen verläuft die Bruchlinie im Profil gesehen meist in leichter S-förmiger Krümmung, wie sie auch durch mathematische Konstruktion von Reiff als für die Biegungsbrüche charakteristisch festgestellt ist. Sehr gut ist diese Linie am oberen Fragment des in Taf. XI—XII, Fig. 1 wiedergegebenen Schrägbruchs der Tibia zu sehen. Die Bruchfläche hat also in diesen Fällen eine wellenförmige Gestalt.

Seltener findet man die Schrägbruchlinie gerade oder kreisbogenförmig, die Bruchfläche bildet im letzteren Falle an dem einen Fragmentende eine konvexe, am anderen eine konkave Cylinderfläche; dieses letztere Fragmentende läuft ziemlich spitz aus und ist ein Beispiel für den Clarinettenmundstückbruch (vgl. Taf. XI—XII, Fig. 2 und 7).

Einigemale verläuft die Bruchlinie zunächst quer und schlägt dann eine schräge ebenfalls geradlinige Richtung ein, so dass sie winklig geknickt aussieht. Das sind dann wohl die von Hoffa erwähnten Brüche mit „Stachel oder Zahn“ an der Tibia. Sie sind in unseren Fällen 4 bis 5 Mal zu finden.

Bei den Brüchen mit Andeutung oder Aussprengung eines keilförmigen Splitters haben naturgemäss beide Bruchlinien die angeführte S-förmige Krümmung. Häufig verlaufen die beiden Bruchlinien eine kurze Strecke, manchmal bis zur Mitte des Knochens gemeinschaftlich in querer Richtung, um dann erst zu divergieren. Der Keil hat dann nicht dieselbe Dicke wie der Knochen.

Manchmal ist der Keil nochmals frakturiert (s. Fig. 21) oder

sind wenigstens kleine Splitterchen von ihm losgetrennt (s. Taf. XI—XII, Fig. 6).

Von den Dislokationen sei zunächst der Dislocatio ad latus gedacht. Wenn man sich erinnert, dass unter unseren Schrägbrüchen der Tibia diejenigen von aussen oben nach innen unten weitaus die Mehrzahl bilden, so kann man daraus folgern, dass das untere Fragment, sobald es mit seiner schiefen Bruchebene an der des oberen Fragments hinaufgleitet, in den meisten Fällen lateralwärts dislociert werden muss. Und in der That haben wir unter unseren Bildern an der Tibia 45mal eine nennenswerte Verschiebung nach aussen, nur 7 mal eine solche nach innen gefunden. Anders bei der Fibula: es besteht 49mal Dislocatio ad latus, darunter 24 mal medial-, 25 mal lateralwärts, entsprechend der grösseren Mannigfaltigkeit auch in der Richtung der Schräglinien an diesem Knochen.

Fig. 21.

Die Dislocatio ad longitudinem spielt beim Unterschenkel keine so grosse Rolle wie beim Oberschenkel. Sie ist an der Tibia 35mal zu konstatieren und beträgt im Mittel 2 cm, im Maximum 5 cm. An der Fibula besteht 38 mal Verschiebung in der Längsrichtung, die durchschnittlich 2, im Maximum 5 cm beträgt.

Das Resultat meiner Untersuchungen ist folgendes: Die Betrachtung der vermutlich durch Biegung entstandenen Brüche im Röntgenbild bestätigt die zuerst durch v. Bruns vertretene Ansicht, dass wenigstens die relative Mehrzahl der Diaphysen-Frakturen der langen Röhrenknochen Biegungsbrüche sind. Sie zeigt ferner, dass die schon damals in der Theorie, im Experiment und an Präparaten gefundenen Bruchformen in der Hauptsache auch im Röntgenbild wieder zu finden sind. Das Uebergewicht haben scheinbar die reinen Schrägbrüche, doch dürfte dafür die Unzulänglichkeit der Bilder verantwortlich zu machen sein.

Herrn Professor Dr. v. Bruns, meinem hochverehrten Lehrer, spreche ich für Ueberlassung des reichen Materials, sowie für seine gütige Unterstützung mit Rat und That meinen ehrerbietigsten

Dank aus. Auch Herrn Privatdozent Dr. v. Brunn danke ich für seine liebenswürdige Beihilfe bei Abfassung dieser Arbeit verbindlichst.

Erklärung der Abbildungen

auf Taf. XI—XII.

Fig. 1. Biegungsbruch der Tibia und Fibula: An der Tibia zwei nach aussen oben und unten divergierende Bruchlinien, die untere nur als Fissur (Fall 1. S. 17).

Fig. 2. Biegungsbruch der Tibia und Fibula: An der Tibia Ausssprengung eines Keils, der im unteren Teil nochmals frakturiert ist (Fall 2. S. 17).

Fig. 3. Biegungsbruch der Tibia und Fibula: An der Tibia Schrägbruch mit divergierender Fissur am unteren Fragment (Fall 3. S. 17).

Fig. 4. Biegungsbruch der Tibia und Fibula mit Aussprengung eines 8,5 cm langen Keils aus der Tibia (Fall 1. S. 18).

Fig. 5. Biegungsbruch der Tibia und Fibula: An der Tibia Ausssprengung eines 7 cm langen Keils ohne Dislokation (Fall 2. S. 18).

Fig. 6. Biegungsbruch der Tibia und Fibula mit Aussprengung eines 9 cm langen Keils aus der Tibia. An der Fibula obere Bruchlinie als Fissur (Fall 3. S. 19).

Fig. 7. Biegungsbruch der Tibia und Fibula in Form des Flötenschnabelbruchs (S. 23).

Fig. 8. Unvollständiger Biegungsbruch der Fibula mit Umschreibung eines Keils durch Fissuren (S. 19).

Fig. 9. Isolierter Biegungsbruch der Tibia: Schrägbruch mit divergierender Fissur im unteren Fragment (Fall 4. S. 21).

Fig. 10. Isolierter Biegungsbruch der Fibula: Schrägbruch mit divergierender Fissur am unteren Fragment (Fall 1. S. 21).

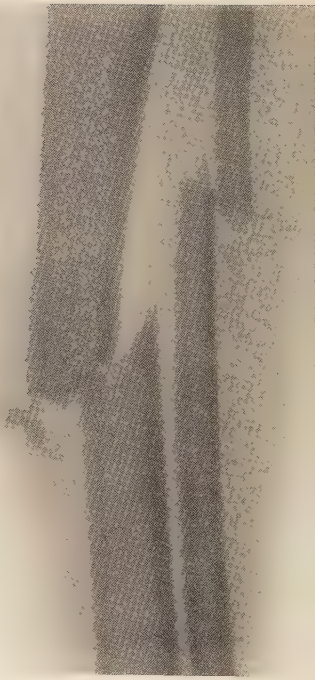
Fig. 11. Isolierter Biegungsbruch der Fibula: Schrägbruch mit divergierender Fissur am oberen Fragment (Fall 2. S. 22).

Lebenslauf.

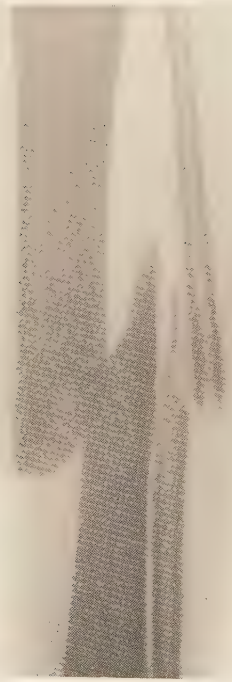
Ich, Paul Müller aus Herrenberg, wurde geboren am 31. Mai 1880 als Sohn des Apothekers Hermann Müller und seiner Ehefrau Maria geb. Wagner zu Herrenberg. Ich besuchte dort die Volks- und Lateinschule bis zum 14. Lebensjahr. Dann wurde ich Schüler des Realgymnasiums zu Stuttgart und bestand dort im Sommer 1898 die Reifeprüfung. Vom 1. Oktober 1898 bis 30. September 1899 diente ich als Einjährig-Freiwilliger in Tübingen und war während dieser Zeit, wie auch 2 weitere Semester als Studierender der Forstwissenschaft eingeschrieben. Im Oktober 1900 machte ich die Ergänzungsprüfung im Griechischen und Lateinischen und studierte vom W.-S. 1900/01 an Medicin. Ich bestand im Frühjahr 1902 die ärztliche Vorprüfung, studierte noch ein Semester in Tübingen, dann im W.-S. 1902/03 in Berlin, im S.-S. 1903 in München, vom W.-S. 1903/04 ab wieder in Tübingen. Dort absolvierte ich im S.-S. 1905 die ärztliche Staatsprüfung. Vom 1. Oktober 1905 bis 31. Januar 1906 war ich an der chirurgischen Klinik in Tübingen, vom 1. Februar bis 31. März 1906 am städtischen Krankenhause in Konstanz als Medizinalpraktikant thätig. Die übrigen 6 Monate des praktischen Jahres wurden mir erlassen.

1.

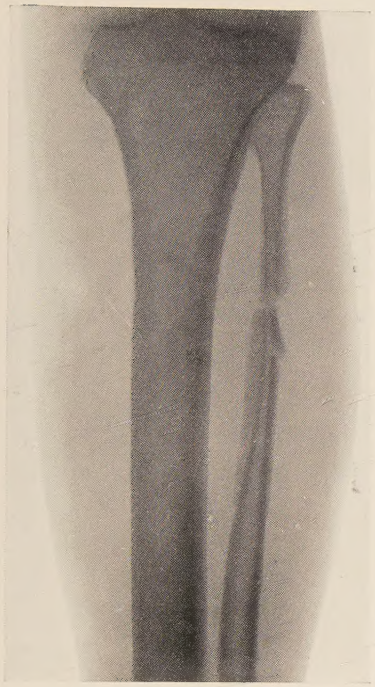
3.

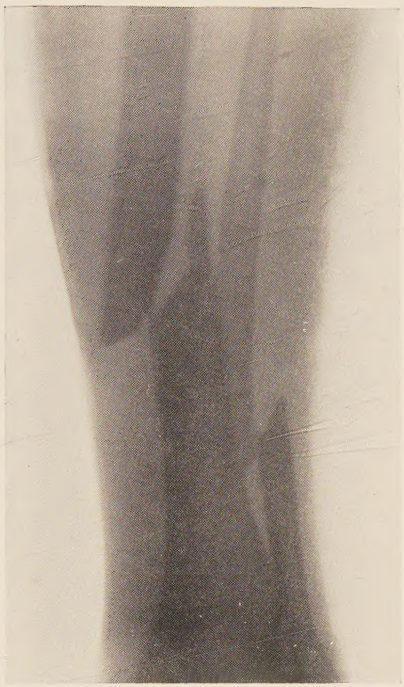


2.



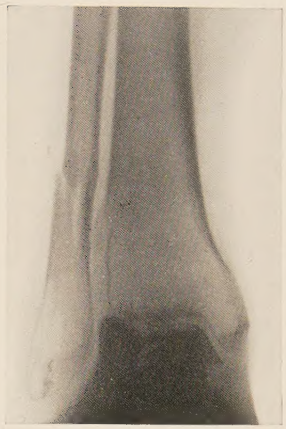
4.



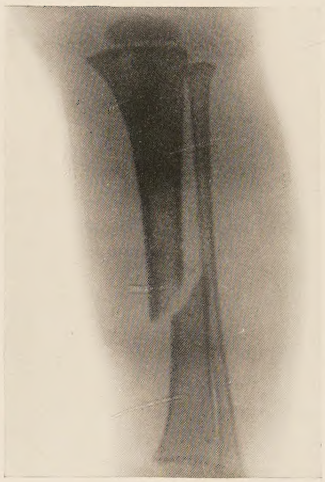


7.

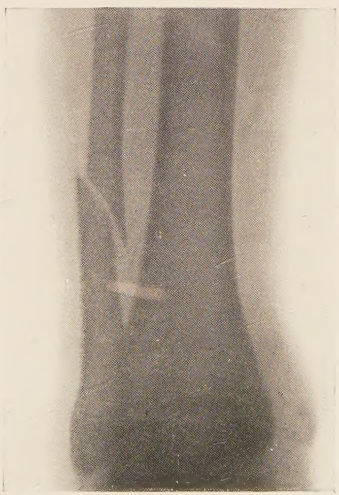
8.



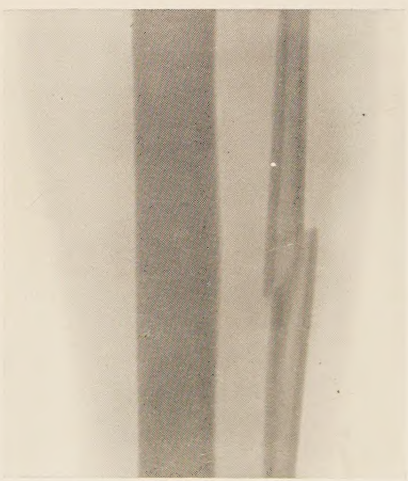
9.



11.



10.



pp'sche Buchhandlung in Tübingen.

1.

2.

Beiträg